LEM 2410

Laserleistungs– und Energiemessgerät

S e n s o r - u n d L a s e r t e c h n i k

Benutzerhandbuch

April 2006

EINLEITUNG

Mit diesem Gerät erwarben Sie ein Produkt, das auf seinem Gebiet eine ungewöhnlich hohe Leistungsvielfalt bietet. Es ist entweder ein vollwertiges Pulsenergiemessgerät oder ein Leistungsmeßgerät, je nachdem, welche Art von Meßkopf Sie anschließen. Durch die vorhandene große Palette an Energie- und Leistungsmessköpfen wird ein Bereich von unter 1 µJ bis mehreren Joule, und von unter 1 mW bis über 100 W abgedeckt.

Das großzügig bemessene Grafikdisplay bietet Platz für eine Vielzahl von Darstellungs- und Auswertungsmöglichkeiten. So werden während der Energiemessung gleichzeitig Energie, Frequenz und mittlere Leistung angezeigt. Die Quasianaloganzeige mittels Bargraph erleichtert z.B. die Laserjustage. Der Datenlogger und das Statistikfenster geben Auskunft über die Laserstabilität.

Durch die Möglichkeit der Eingabe von Korrekturfaktoren, z.B. für Spiegel, Strahlteiler oder Abschwächer, läßt sich das Gerät einfach in jeden Meßaufbau integrieren, ohne zwischendurch lästige Umrechnungen durchführen zu müssen.

Zur Kommunikation mit der Außenwelt besitzt das Gerät eine RS232-Schnittstelle und einen Netzwerkanschluss. Über diese Schnittstellen wird jeder einzelne Meßwert als eine Kette von ASCII-Zeichen ausgegeben, die schon mit einem einfachen Terminalprogramm ausgelesen werden kann. Gleichzeitig läßt sich das Gerät über diese Schnittstelle fernbedienen. Somit besteht die Möglichkeit, das Gerät in einen automatisierten Messablauf zu integrieren. Um für die Zukunft gerüstet zu sein, läßt sich die Software über die RS232 - Schnittstelle vom Benutzer updaten. Der Netzwerkan-

schluss bietet den Vorteil der galvanischen Trennung. Außerdem ist es somit möglich, das Messgerät und den steuernden Rechner räumlich weit entfernt voneinander zu betreiben.

Dieses Gerät wird über die eingebauten Standardakkus betrieben. Bei Benutzung eines Steckernetzteiles wird gleichzeitig der Akku geladen. Ein Symbol im Display gibt Auskunft über den Ladezustand. Um die Betriebsdauer mit Akku zu erhöhen, läßt sich die Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung regulieren bzw. abschalten.

Durch das Touchpanel und die Cursortasten bleibt die Bedienung trotz der Fülle an Möglichkeiten und Funktionen einfach und intuitiv.

Sensor- und Lasertechnik
Schulstraße 15
15366 Neuenhagen

Tel.: 03342 - 200675
Fax: 03342 - 200674

service@pyrosensor.de
www.pyrosensor.de

INHALTSVERZEICHNIS

1 GERÄTEBESCHREIBUNG
- 1.1 Inbetriebnahme _____ 6
- 1.2 Front _____ 7
- 1.3 Hinten _____ 7
- 1.4 Seite _____ 7
- 1.5 Ladeschaltung _____ 8

2 SETUP _____ 8

3 ENERGIEMESSMODUS _____ 10

4 LEISTUNGSMESSMODUS
- 4.1 Messprinzip _____ 12
- 4.2 Offsetkorrektur _____ 12

5 DISPLAYOPTIONEN _____ 13

6 SCHNITTSTELLEN
- 6.1 Netzwerkanschluss _____ 14
- 6.2 SD-MMC-Port _____ 15
- 6.3 RS232-Schnittstelle _____ 16
- 6.3.1 Einstellungen _____ 16
- 6.3.2 Messwertausgabe _____ 17
- 6.3.3 Softwareupdate _____ 17
- 6.3.4 Fernbedienung _____ 18

7 SPEZIFIKATIONEN _____ 20

1 GERÄTEBESCHREIBUNG

1.1 Inbetriebnahme

Zur ersten Inbetriebnahme muß der Akku des LEM 2410 geladen werden. Verbinden Sie dazu das mitgelieferte Netzteil mit dem Gerät und dem 230V - Netz. Sobald das Gerät mit dem Stromnetz verbunden ist, beginnt der Ladevorgang. Weitere Hinweise zur Ladeschaltung können Sie Abschnitt 1.5 entnehmen.

Schließen Sie Ihren Messkopf an, und schalten das Gerät ein. Der eingebaute Controller wird initialisiert und führt einen Selbsttest durch. Das kann einige Sekunden dauern. Nach Beendigung der Tests befindet sich das Gerät im Setupmodus (siehe Abschnitt 2).

Mittels Touchscreen wählen Sie den Messmodus – Energie- oder Leistungsmessung. Drücken Sie <ENERGY>, wenn Sie einen pyroelektrischen Energiemesskopf benutzen. Drücken Sie <POWER>, wenn Sie einen Thermophile - Leistungsmesskopf verwenden.

Stellen Sie nun die entsprechenden Messkopfparameter und eventuelle Besonderheiten Ihres Messaufbaus ein. Siehe dazu Abschnitt 2 “SETUP”.

Ein Druck auf <RUN> startet die Messung.

Sämtliche Einstellungen bleiben auch nach Abschalten des Gerätes erhalten.

1.2 Front

1 HiRes Grafikdisplay
2 Auf – kleine Schritte
3 Auf – große Schritte
4 Ab – kleine Schritte
5 Ab – große Schritte
6 ENTER - Taste

1.3 Hinten

1 Messkopfeingang
2 Triggereingang
3 Netzwerkanschluß
4 RS 232 – Schnittstelle

1.4 Seite

1 Ladekontrolle
2 Netzteilbuchse
3 Netzschalter
4 SD/MMC – Card Slot

1.5 Ladeschaltung

Um das Gerät möglichst flexibel einsetzen zu können, kann es sowohl am Netz als auch mittels Akku betrieben werden.

Ist ein Steckernetzteil angeschlossen, wird gleichzeitig der Akku geladen. Der Akku wird auch geladen, wenn das Gerät ausgeschaltet ist. Die Ladeschaltung verhindert eine Überladung des Akkus.

Der Status des Akkus und der Ladeschaltung wird durch eine LED dargestellt.

LED	Zustand
Blinkt grün	der Akku wird geladen
Blinkt rot	Akkukapazität ≤10% der Nennkapazität
Grün ständig an	der Akku wird geladen, und hat eine Ladekapazität von ≥80% der Nennkapazität

Ist kein Netzteil angeschlossen, wird der aktuelle Ladezustand in der rechten oberen Ecke symbolisch dargestellt.
Sinkt die Akkukapazität zu weit ab, schaltet sich das Gerät aus Sicherheitsgründen selbständig ab.

2 SETUP

In dieses Menü gelangen Sie nach jedem Einschalten und bei Betätigung der Taste ENTER während einer Messung. In diesem Menü erfolgt die Auswahl des Messmoduses (Energie oder Leistung), alle Einstellungen bezüglich der verwendeten Meßköpfe, der Schnittstellen und des Displays.

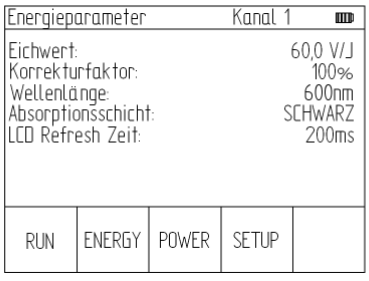
Das Umschalten zwischen Energiemessung und Leistungsmessung erfolgt über das Touchpanel. Ebenfalls über das Touchpanel gelangt man in die Untermenüs zu den restlichen Geräteeinstellungen.

Im gewählten Menü navigiert man mittels Cursortasten zum gewünschten Parameter. Die Auswahl erfolgt mittels der ENTER-Taste. Jetzt lässt sich der Parameter mit den Cursortasten verändern. Dabei erfolgt durch die Tasten ▼ und ▲ eine Änderung in kleinen Schritten, währen mit den Tasten ◄ und ► die Änderung in großen Schritten erfolgt. Hält man die Tasten länger gedrückt, vergrößert sich die Sprungweite.

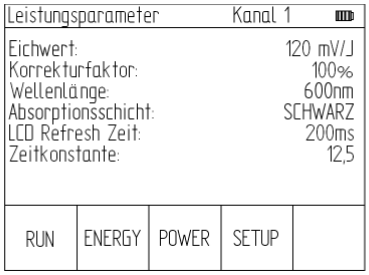
Mittels ENTER wird der geänderte Parameter übernommen.

Zur Energiemessung sind folgende Werte im Setup einzustellen:

- *Sensorempfindlichkeit*; sie ist im allgemeinen auf dem Meßkopf angegeben, es gilt die Empfindlichkeit in V/J an 1MΩ.
- *Korrekturfaktor*; hier können Besonderheiten des Meßaufbaus wie Strahlteiler oder Abschwächer berücksichtigt werden. Wird z.B. ein Strahlteiler verwendet, der 10% der Strahlung auf den Sensor lenkt, wird ein Korrekturfaktor von 10% eingestellt.
- *Wellenlänge*; hier erfolgt eine Korrektur des Meßwertes in Abhängigkeit von der Wellenlänge. Dazu muß die Wellenlänge und die Art der verwendeten Absorptionsschicht eingegeben werden.
- *Absorptionsschicht*; hier muß die Art der Absorptionsschicht gewählt werden. Für die Meßköpfe des Geräteherstellers sind die notwendigen Korrekturfaktoren für den Bereich von 190 nm bis 25 µm programmiert. Es muß nur doch die entsprechend Art der Absorptionsschicht (Schwarzschicht bzw. Keramik) gewählt werden.
- *LCD Refresh Zeit;* Zeitintervall, in dem das Display neu aufgebaut bzw. aktualisiert wird.



Zur Leistungsmessung ist zusätzlich die Zeitkonstante des Messkopfes anzugeben. Damit kann durch eine entsprechende elektronische Auswertung die Zeitkonstante des Systems verkleinert werden. Bei optimaler Einstellung ergeben sich Einstellzeiten von ca. 1,0 .. 1,5 s (10% → 90%). Benötigt das Anzeigegerät zu lange, um den Messwert anzuzeigen, kann der Wert vergrößert werden, kommt es dagegen zu einem Überschwingen, ist der Wert zu verkleinern.



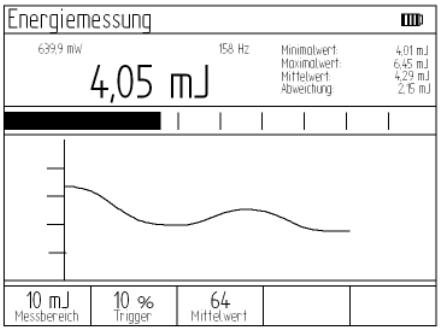
Einzelheiten zum Display und den Schnittstellen werden in gesonderten Kapiteln erläutert.

3 ENERGIEMESSMODUS

Dieser Modus dient der Messung der Energie einzelner Laserpulse mit Hilfe pyroelektrischer Energiemessköpfe. Diese Messköpfe wandeln den Laserimpuls in der Absorptionsschicht in einen Wärmeimpuls um, der wiederum mittels eines pyroelektrischen Materials in einen Spannungsimpuls umgewandelt wird. Das Maximum des Spannungsimpulses wird vom Anzeigegerät ausgewertet und es berechnet daraus und aus der Sensorempfindlichkeit die Impulsenergie.

Aufgrund des Messprinzips und der hohen Empfindlichkeit der Sensoren sind sämtliche Erschütterungen, Schwingungen und Luftbewegungen zu vermeiden. Besonders bei der Messung kleinster Energien kann sich schon das 100 Hz-Flackern von Leuchtstoffröhren und ähnlichem bemerkbar machen. Ein sicheres Zeichen für eine zuverlässige Messung liegt vor,

wenn die vom Meßgerät angezeigte Impulsfrequenz mit der des Lasers übereinstimmt. Oft genügt es, das Triggerlevel etwas anzuheben oder den Raum abzudunkeln.
Besonderes Augenmerk ist auf die Qualität des verwendeten Koaxialkabels zu legen. Es sollte möglichst 1 m lang und hochwertig sein, und sollte während der Messung möglichst nicht bewegt werden. Besonders bei der Verwendung kleiner Meßköpfe (PEM 4, PEM 8) ist die Einhaltung der vorgegebenen Kabellänge (1m) wichtig. Der auf dem Sensor angegebene Kalibrierwert gilt nur bei einer Kabellänge von 1 Meter. Bei Sensoren hoher Eigenkapazität (PEM 34, 50, 50K) führt ein längeres Kabel (z.B. 2m) dagegen nur zu einem unwesentlichen Fehler.



Im Display wird die Energie in digitaler Form angezeigt. Gleichzeitig lässt sich die Schwankung des Lasers am Analogbalken ablesen und der Datenlogger stellt die Langzeitstabilität dar. Im Statistikbereich werden die wichtigsten Werte angezeigt. Das Anzeigegerät ermittelt außer der Energie auch die Wiederholfrequenz und berechnet aus diesen beiden Werten die mittlere Leistung.

Über das Touchpanel und die Cursortasten werden der Messbereich, das Triggerlevel und die Mittelwertbildung eingestellt. Verändert man den Triggerlevel unter 5% wird der externe Triggereingang aktiviert. Man kann auswählen, ob man auf eine fallende (H-L) oder steigende (L-H) Flanke triggern möchte

4 LEISTUNGSMESSMODUS

4.1 Messprinzip

Die verwendeten Leistungsmessköpfe arbeiten nach dem thermoelektrischen Prinzip, d.h. die durch die auftreffende Strahlung erzeugte Wärme wird direkt in eine Spannung umgewandelt. Um Wartezeiten bis zur Einstellung eines thermischen Gleichgewichts zu vermeiden, wertet die Anzeigeeinheit die Spannung und deren Anstieg aus, und ermittelt daraus die eingekoppelte Leistung.

Aufgrund des Messprinzips kann der Messwert durch äußere Einflüsse in Form von Temperaturschwankungen und Luftbewegungen verfälscht werden. Es genügt bereits ein Berühren des Meßkopfes während der Messung, ein Luftstrom von einem Ventilator oder der Transport des Messkopfes zwischen Räumen mit großer Temperaturdifferenz. Aus diesem Grund ist es für exakte Messungen unerläßlich, diese Schwankungen im Bereich des Messkopfes zu vermeiden.

Kleine Abweichungen lassen sich mittels der Offsetkorrektur ausgleichen.

Im Display wird die Leistung in digitaler Form angezeigt. Gleichzeitig lässt sich die Schwankung des Lasers am Analogbalken ablesen und der Datenlogger stellt die Langzeitstabilität dar. Im Statistikbereich werden die wichtigsten Werte angezeigt.

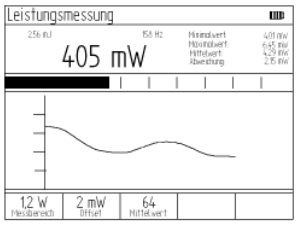
Die mittlere Energie bei gepulsten Lasern wird aus der gemessenen Leistung und der über den externen Triggereingang zugeführten Wiederholfrequenz berechnet.

In der rechten oberen Ecke gibt das Akkusymbol Auskunft über den Ladezustand.

Über das Touchpanel und die Cursortasten werden der Messbereich, das Triggerlevel und die Mittelwertbildung eingestellt.

4.2 Offsetkorrektur

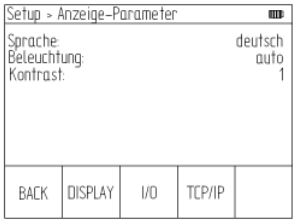
Ein evtl. vorhandener positiver Offset, z.B. durch Fremdlicht, lässt sich durch Eingabe einer entsprechenden Leistung korrigieren. Die aktuell eingestellte Offsetspannung wird angezeigt.



5 DISPLAYOPTIONEN

In diesem Menü haben Sie die Möglichkeit, das Display Ihren Wünschen entsprechend anzupassen. So besteht die Möglichkeit, die Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung zu ändern oder ganz abzuschalten, um somit die Betriebsdauer bei reinem Akkubetrieb zu verlängern. Mit Hilfe der Kontrasteinstellung kann die Darstellung auf verschiedene Blickwinkel eingestellt werden.

Weiterhin besteht hier die Möglichkeit, die Sprachversion umzuschalten



6 SCHNITTSTELLEN

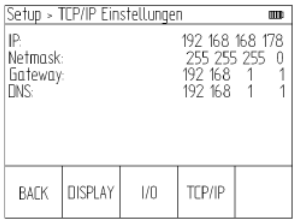
6.1 Netzwerkanschluß

Damit das LEM Daten an einen PC sendet, muss ein UDP-Datenpaket mit 7 Zeichen an das LEM geschickt werden. Diese 7 Zeichen sind "LEM-DTR" (Data Terminal Ready). Dieses Paket wird an den UDP-Port 5004 geschickt (an die von Ihnen eingestellte IP-Adresse des LEM).

Das LEM schickt dann seine Daten an die IP-Adresse und den Port, die zum Versenden der Startnachricht verwendet wurden.

Um die Übermittlung der Daten abzubrechen schicken Sie ein Paket mit dem Inhalt "LEM-DTO" (Data Terminal Offline) an den Port 5004 des LEM.

Für die Fernbedienung gelten die gleichen Kommandos und der gleiche Syntax wie bei der seriellen Schnittstelle beschrieben.



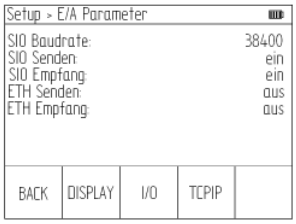
6.2 SD/MMC-Port

Bei eingesteckter Karte schreibt das Anzeigegerät in regelmäßigen Abständen, in Abhängigkeit von der Wiederholrate, alle Im internen Speicher abgelegten Messwerte auf die Karte. Der Schreibvorgang wird auch bei Beendigung der Messung (Betätigung der ENTER-Taste im Cursorfeld) ausgelöst.

Zur Zeit ist es nur möglich, MMC-Karten zu beschreiben.

6.3 RS232 - Schnittstelle

6.3.1 Einstellungen



An der seriellen Schnittstelle sind folgende Parameter fest eingestellt:

- Gerade Parität mit 8 Datenbits, 1 Stopbit, RTS/CTS

Folgende Parameter lassen sich einstellen:

- Baudrate von 2400 bis 115000 Baud
- das Senden der aktuellen Messwerte während der Messung kann ein- und ausgeschaltet werden
- ebenso kann die Fernbedienung des Gerätes über diese Schnittstelle ein- und ausgeschaltet werden.

Die entsprechenden Kommandos finden Sie weiter hinten.

Der Datenaustausch erfolgt grundsätzlich im ASCII-Format.

Zur Verbindung dient ein mitgeliefertes serielles Anschlußkabel.

Um die Meßwerte auszulesen oder das Gerät fernzusteuern genügt ein einfaches Terminalprogramm. Wird im Menü SENDEN auf EIN gestellt, werden die Meßwerte und die Frequenz als Zeichenkette gesendet.
Um das Gerät von einem PC aus fernzusteuern, z.B. um es in einen automatischen Meßablauf zu integrieren, muß der Menüpunkt EMPFANG auf EIN gestellt werden.

6.3.2 Messwertausgabe

Ist im SETUP das Senden von Meßwerten auf EIN gestellt wird jeder gemessene Wert, sofern es die Baudrate zuläßt, an die Schnittstelle weitergegeben. Zum Auslesen genügt ein einfaches Terminalprogramm.

Der gesendete String hat folgendes Format:

M: 2046 E1: 286e5 E2: 27e2 F: 905e2↵

Die Potenzen sind negativ, die Werte sind auf die Grundeinheiten (J, W, Hz) bezogen. Der String läßt sich somit wie folgt deuten:

		Energiemessung	Leistungsmessung
M: 2046	Meßwert Nr. 2046		
E1: 286e5	Kanal 1	2,86 mJ	2,86 mW
E2: 27 e2	Kanal 2	270 mJ	270 mW
F: 905 e2	Frequenz	9,05 Hz	9,05 Hz

Empfängt der PC keine gültigen Zeichen, stimmen die Baudraten nicht überein.

6.3.3 Softwareupdate

Die Vorgehensweise beim Softwareupdate entnehmen Sie bitte der mitgelieferten Anleitung zum Update bzw. der Uploadsoftware.

6.3.4 Fernbedienung

Eine Befehlszeile besteht mindestens aus den vier folgenden Abschnitten:

1. Zeilenkommando
2. Parameterbezeichner
3. Parameter
4. Zeilenende (Hex. 0D, bzw. Dezimal 13)

Eine Befehlszeile darf maximal 250 Zeichen besitzen.
Das Zeilenkommando und der Parameterbezeichner werden jeweils mit einem Doppelpunkt abgeschlossen. Der Parameter kann mit führenden Leerzeichen und Nullen beginnen und wird mit einem Komma abgeschlossen. Optional kann zum Parameter ein Exponent angegeben werden. Dieser Exponent muß direkt nach dem Parameter mit einem “e” gekennzeichnet sein und darf nur aus einer Ziffer bestehen.
In einer Befehlszeile kann es beliebig viele Parameter geben. Die Anzahl der Parameter ist nur durch die Gesamtlänge der Befehlszeile begrenzt. Alle Parameter in einer Befehlszeile werden dem Zeilenkommando zugeordnet.

Beispiel:
`E1:EW:220e0,KF:345e2,AS:1`(Zeilenende)
Parameter für Energiemessung Kanal 1 (E1) Eichwert (EW) = 220 mV/W, Korrekturfaktor (KF) = 3,45% und Absorptionsschicht (AS) = Keramik

`EN:C1:2,RU:1`(Zeilenende)
Für die Energiemessung (EN) wird der Kanal1 (C1) auf die Verstärkung 1000(2) eingestellt und gestartet (RU:1).

Zeilenkommandos
E1: Parameter für Energiemessung Kanal 1
E2: Parameter für Energiemessung Kanal 2
L1: Parameter für Leistungsmessung Kanal 1
L2: Parameter für Leistungsmessung Kanal 2
SP: Parameter für die serielle Schnittstelle
DP: Parameter für das Display
EN: Einstellungen für die Energiemessung
LE: Einstellungen für die Leistungsmessung

Parameterbezeichner

Parameter für Energiemessung Kanal 1 und Kanal 2 (E1 bzw. E2)

Befehl	Beschreibung	Minimalwert		Maximalwert	
EW:	Eichwert	200e3	0,200V/J	500e0	500V/J
KF:	Korrekturfaktor	100e2	1,00%	100e0	100%
WL:	Wellenlänge	19e0	190 nm	251e0	>25 µm
AS:	Absorptionsschicht	0	Schwarzschicht	1	Keramik

Parameter für Leistungsmessung Kanal 1 und Kanal 2 (L1 bzw. L2)

Befehl	Beschreibung	Minimalwert		Maximalwert	
EW:	Eichwert	200e1	20,0 mV/W	990e0	990 mV/W
KF:	Korrekturfaktor	100e2	1,00%	100e0	100%
WL:	Wellenlänge	19e0	190 nm	251e0	>2500 nm
AS:	Absorptionsschicht	0	Schwarzschicht	1	Keramik
ZK:	Zeitkonstante	10e1	1,0	640e1	64,0

Parameter für die serielle Schnittstelle

Befehl	Beschreibung	Minimalwert	Maximalwert		
BD:	Baudrate	0	2400 Baud	6	115 KBaud
OP:	Senden	0	Aus	1	Ein
IP:	Empfang	0	Aus	1	Ein

Parameter für die Displayoptionen

Befehl	Beschreibung	Minimalwert		Maximalwert	
HE:	Helligkeit	0	Minimum	5	Maximum
KO:	Kontrast	1	Minimum	15	Maximum
IN:	Inverse Darstellung	0	Aus	1	Ein

Parameter für die Energiemessung

Befehl	Beschreibung	Minimalwert		Maximalwert	
RU:	Messung	0	Stop	1	Start
DA:	Displayanzeige	1	Digital	4	Statistik
DC:	Displaykanal	1	nur Kanal 1	3	Kanal 1+2
TC:	Triggerkanal	0	Kanal 1	2	ext. Trigger
DR:	Displayrefresh	0	=Impuls	10	1 Sekunde
C1:	Meßbereich Kanal 1	0	Auto	6	größter MB
TP:	Triggerpegel	5	5%	95	95%
AV:	Mittelwertbildung	0	Aus	6	über 256
C2:	Meßbereich Kana l2	0	Auto	6	größter MB

Parameter für die Leistungsmessung

Befehl	Beschreibung	Minimalwert		Maximalwert	
RU:	Messung	0	Stop	1	Start
DA:	Displayanzeige	1	Digital	3	Logger
DC:	Displaykanal	1	nur Kanal 1	3	Kanal 1+2
OF:	Offsetkorrektur	0	für Kanal 1	1	für Kanal 2
DR:	Displayrefresh	1	0,1 Sekunde	10	1 Sekunde
C1:	Meßbereich Kanal 1	1	kleinster MB	6	größter MB
AV:	Mittelwertbildung	0	Aus	6	über 256
C2:	Meßbereich Kanal 2	1	kleinster MB	6	größter MB

7 SPEZIFIKATIONEN

Eingangsimpedanz	1 MOhm, 25 pF, max. 50 V
Externer Trigger	TTL- und CMOS - kompatibel
Interface	RS232 MMC-Card Ethernet
Genauigkeit	1% 5% im kleinsten Messbereich
max. Wiederholfrequenz	1000 Hz
externe Stromversorgung	9 V DC / 300 mA
Betriebsdauer mit Akku	>16 h, je nach Hintergrundbeleuchtung
Triggerlevel	5 .. 95 %
Displayrefresh	50 ms .. 1 s
Korrekturfaktor	1 .. 100 %
Mittelwertbildung	über 2^1 .. 2^8 Impulse
Display, hintergrundbeleuchtet	320x240 Pixel
Abmessungen (LängexBreitexHöhe)	21cm x 11,5cm x 6cm
Gewicht	1,5 kg.
Betriebstemperatur	+5°C .. 35°C